

[Inicio](#) Millikan, el físico que llegó a ver el electrón

# Millikan, el físico que llegó a ver el electrón

Compartir

03 mayo 2017 [Ciencia. Física](#)[Inicia sesión](#) o [regístrate](#) para valorar esta publicación.

En 1923 el físico estadounidense [Robert Andrews Millikan](#) (1868-1953) era galardonado con el [Premio Nobel de Física](#),

*“Por su trabajo sobre la carga elemental de electricidad y sobre el efecto fotoeléctrico”.*

Millikan, en su lección *“The Electron and the Light-Quant from the Experimental Point of View”* (El electrón y el cuanto de luz desde el punto de vista experimental) pronunciada con motivo de la concesión del Premio Nobel, se refirió el [experimento](#) que le permitió determinar la carga del electrón y dejó a su audiencia convencida de que había visto electrones:

*“El que haya visto ese experimento, y cientos de investigadores lo han observado, literalmente ha visto el electrón”.*

Muchas veces los físicos decimos *ver* aquellos objetos con los que trabajamos, por muy pequeños e incluso abstractos que éstos sean. Es verdad, no cabe duda de que en el interior del aparato utilizado por Millikan había un *mundo particular* con el que llegó a estar tan familiarizado que afirmó sin ruborizarse [ver cosas en ese mundo](#).

En Física es necesario realizar experimentos, tomar medidas de forma precisa y, por supuesto, extraer conclusiones. Existen muchos ejemplos de experimentos cruciales en el devenir de la Física y uno de los experimentos más famosos e importantes fue **la determinación de la carga del electrón llevada a cabo por Millikan en 1909 mediante el que ahora se conoce como experimento de la gota de aceite o simplemente experimento de Millikan**, considerado como uno de los “experimentos más bellos de la física” y con ayuda del cual fue capaz de medir el valor de la **carga elemental**.



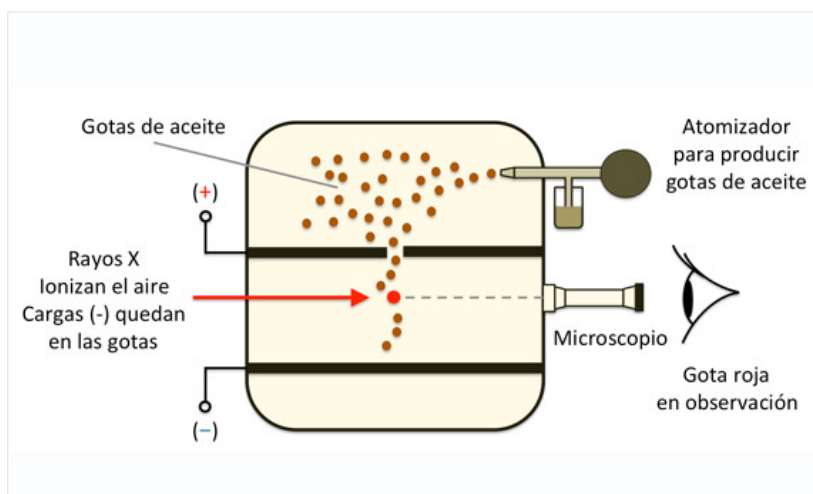
Robert Andrews Millikan (1868-1953). Créditos: [Wikipedia](#).

**Robert Andrews Millikan** nació en Morrison (Illinois), Estados Unidos, el **22 de marzo de 1868**. Tras graduarse en el *Oberlin College* de Ohio (1891) -donde disfrutaba especialmente del griego y las matemáticas- recibió dos cursos de física elemental y fue entonces cuando nació su interés por esta ciencia. En 1893 fue nombrado *fellow* de la Universidad de Columbia, en la que se doctoró en 1895 con una tesis **sobre la polarización de la luz emitida por superficies incandescentes**, un fenómeno observado anteriormente (1824) por **François Arago**, y utilizando para ello oro y plata fundidos de la Casa de Moneda de Estados Unidos. Tras pasar un año (1896) en Alemania, en las Universidades de Berlín y Gotinga, volvió a Estados Unidos por invitación del físico y también Premio Nobel **Albert A. Michelson** para convertirse en asistente del recién creado *Ryerson Laboratory* de la Universidad de Chicago. Allí se convertiría en profesor (1910), un puesto que ocupó hasta 1921. A lo largo de su vida (falleció en 1945) Millikan fue Profesor de Física, Director del Laboratorio de Física *Norman Bridge* y Presidente del **CALTECH** (*California Institute of Technology*).

### Una gota de aceite para “desenmascarar” al electrón

Millikan fue un personaje clave en el desarrollo de la física en los Estados Unidos de la primera mitad del siglo XX. Si hay que calificarlo como físico, habría que destacar su faceta como **físico experimental** y los numerosos descubrimientos trascendentales que llevó a cabo, fundamentalmente en electricidad, óptica y física molecular. **Su primer gran éxito fue la determinación de la carga del electrón, utilizando el “método de la caída de la gota de aceite”**. El físico británico **J. J. Thomson** había obtenido ya en 1897 la relación carga-masa del electrón, pero ninguna de las dos por separado. Así pues, si era posible determinar por separado uno de estos dos valores (carga o masa), el otro podría calcularse fácilmente. Millikan, con ayuda de **Harvey Fletcher**, uno de sus estudiantes de doctorado, utilizó el experimento de la gota de aceite para medir la carga del electrón (y con ello su masa). Cuando Millikan comenzó su larga serie de experiencias en 1907, ya llevaba más de diez años en la Universidad de Chicago, estaba casado, tenía tres hijos y estaba a punto de cumplir cuarenta años. Se había ganado una gran reputación como profesor de física, pero todavía no había logrado nada destacable como investigador científico.

La **carga eléctrica elemental** es una de las constantes fundamentales de la física, por lo que su determinación precisa resulta vital para esta ciencia. En su experimento, Millikan medía la fuerza eléctrica sobre una pequeña gota cargada debida a un campo eléctrico creado entre dos electrodos cuando la gota se encontraba en el campo gravitatorio. Conociendo el campo eléctrico, era posible llevar a cabo la determinación de la carga acumulada sobre la gota.



Esquema del aparato utilizado por Millikan para medir la carga del electrón. Créditos: **A. Beléndez**.

Utilizando un **atomizador** formaba gotas de aceite, algunas de las cuales caían por un pequeño agujero en una región de campo eléctrico uniforme creado por dos placas paralelas cargadas. Mediante un microscopio se podía observar una determinada gota y conocer su masa midiendo la velocidad límite de caída. Gracias a la irradiación con rayos X se cargaba la gota, y ajustando el campo eléctrico se conseguía que permaneciera en reposo, en equilibrio estático, cuando la fuerza eléctrica era igual y opuesta a la gravitatoria. Millikan, haciendo una tarea larga y tediosa que implicó un conjunto de investigaciones colaterales, repitió el experimento numerosas veces y concluyó que los resultados obtenidos podían ser explicados si existía una carga elemental única (cuyo valor determinó) y las cargas identificadas eran múltiplos enteros de este número.

En el otoño de 1909 envió su primer artículo explicando una técnica que llamó *“método del equilibrio de la gota para la determinación de la carga del electrón, e”*, y que fue publicado bajo el título *“A new modification of the cloud method of determining the elementary electrical charge and the most probable value of that charge”* (Una nueva modificación del método de la nube para determinar la carga eléctrica elemental y el valor más probable de esa carga). Millikan incluyó sus **juicios personales** sobre la fiabilidad y validez de cada una de las 38 observaciones que había realizado. Marcó con dos asteriscos siete observaciones “muy buenas”, con un asterisco diez observaciones “buenas” y dejó sin marcar trece observaciones “pasables”. Un auténtico acto de honestidad, como señalara el historiador de la ciencia **Gerald Holton**, **“un gesto poco común en las publicaciones científicas”**. En septiembre de 1910, Millikan publicó en la revista *Science* un segundo artículo sobre la carga de los electrones titulado *“The isolation of an ion, a precision measurement of its charge, and the correction of Stokes’s law”* (El aislamiento de un ion, una medida de precisión de su carga, y la corrección de la ley de Stokes), el primero que

explicaba íntegramente su método del “equilibrio de las gotas”. En 1913 [mejora](#) los resultados obtenidos para la carga del electrón  $e = 4.774 \pm 0.009 \times 10^{-10}$  unidades electrostáticas de carga (uee), es decir,  $1.592 \times 10^{-19}$  C (1 uee =  $3.33564 \times 10^{-10}$  C) que es ligeramente inferior al valor actualmente aceptado de  $1.602 \times 10^{-19}$  C, probablemente porque Millikan utilizó un valor incorrecto para la viscosidad del aire.

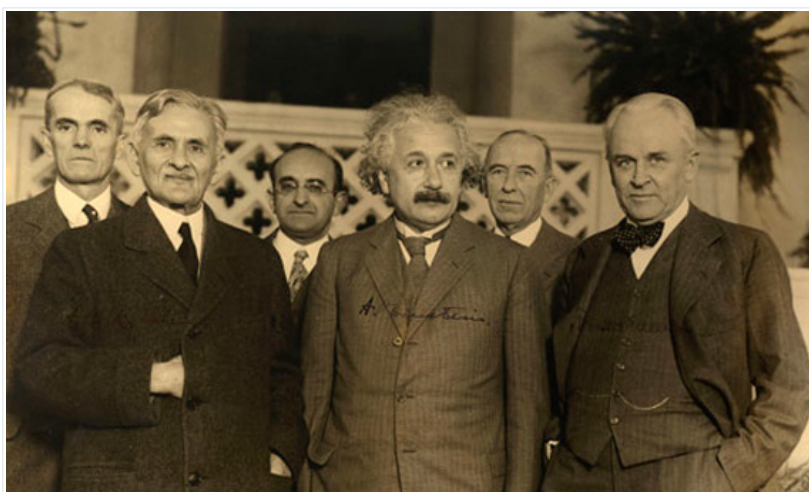


Aparato original utilizado por Millikan en sus experimento de la gota de aceite. Créditos: [Wikipedia](#).

### Un aliado inesperado para Einstein

Pero éste no fue el único experimento “crucial” realizado por el minucioso Millikan. En 1905, durante su *Annus Mirabilis*, [Albert Einstein](#) publicaba el artículo “[Sobre un punto de vista heurístico relativo a la producción y transformación de la luz](#)”. En este trabajo Einstein analiza el efecto fotoeléctrico teóricamente, introduciendo el concepto de “[cuanto de luz](#)” (más tarde rebautizado con el nombre de  *fotón* ) de manera convincente y aplica las ideas de [Max Planck](#), antes que ninguno de sus colegas, para explicar teóricamente el efecto fotoeléctrico. El propio Planck fue uno de los que más criticaron esta idea de *cuantos de luz* y [Millikan tachó a la idea de Einstein de “hipótesis temeraria, por no decir insensata”](#), por lo que se puso a trabajar para demostrar experimentalmente que Einstein estaba equivocado. Después de diez años de experimentos (1916), Millikan publicó sus resultados en la revista *Physical Review* en un artículo titulado “[A Direct Photoelectric Determination of Planck’s h](#),” (Una determinación fotoeléctrica directa de la h de Planck). Sin embargo, y en contra de lo que inicialmente pretendía, Millikan no sólo validó experimentalmente la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico, sino que también determinó la [constante de Planck](#), h. El artículo de Millikan de 1916 finaliza con una conclusión que no deja lugar a dudas:

*“La ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico ha sido sometida a muchas pruebas experimentales y en todos los casos predice con exactitud los resultados observados”.*



Primera fila desde la izquierda: Albert A. Michelson, Albert Einstein y Robert A. Millikan en Caltech en 1931 / Fuente: [Smithsonian Institution Libraries](#)

Sin embargo, lo que pretendía Millikan con sus experimentos era **demostrar que las ideas de Einstein sobre los “cuantos de luz” eran erróneas**. En un artículo titulado “*Albert Einstein on His Seventieth Birthday*” (Albert Einstein en su septuagésimo cumpleaños) (1949), en la revista *Reviews of Modern Physics*, Millikan escribió:

*“Pasé diez años de mi vida sometiendo a la ecuación de Einstein de 1905 [la del efecto fotoeléctrico] a diferentes pruebas, y contrariamente a todas mis expectativas me vi obligado en 1915 a proclamar su*

*indudable verificación experimental, a pesar de lo irrazonable que era, pues parecía violar todo lo que sabíamos acerca de la interferencia de la luz”.*

El 14 de noviembre de 1923 Millikan recibía un [telegrama](#) de la Academia de Ciencias Sueca para informarle de que había sido galardonado con el **Premio Nobel de Física por sus trabajos sobre la carga del electrón y el efecto fotoeléctrico**, convirtiéndose de este modo en el segundo estadounidense que lo conseguía. El texto del telegrama decía lo siguiente:

5 gs d 2625 803R

STOCKHOLM 1030 AM NOV 14 1923

DOCTOR MILLIKAN

PASADENA CALIF

NOBELPRIZE FOR PHYSICS AWARDED TO YOU PLEASE WIRE WHETHER YOU CAN BE PRESENT AT  
STOCKHOLM DEC 10 TH

HOEDERBAUM, SECY ACADEMY OF SCIENCE

Millikan participó en el [Tercer Congreso Solvay](#) celebrado en Bruselas 1921 y **fue nombrado Doctor Honoris Causa por veinticinco universidades de todo el mundo**. Además del Premio Nobel de Física, recibió el Premio Comstock de la Academia Nacional de Ciencias, la Medalla Edison y la Medalla Hughes de la *Royal Society*, junto con otras muchas distinciones. El **19 de diciembre de 1953** Millikan falleció en San Marino, California, a los 85 años de edad.

[Augusto Beléndez](#)

Catedrático de Física Aplicada de la Universidad de Alicante y miembro de la Real Sociedad Española de Física

## Bibliografía

Azcárraga, J. A., “El legado de Albert Einstein (1879-1955)”, OpenMind, 20 de noviembre de 2015.

Beléndez, A., “Einstein 1905: From ‘Energy quanta’ to ‘Light quanta’”, IYL2015-Blog, November 23, 2015.

Crease, R. P., *El prisma y el péndulo: Los diez experimentos más bellos de la ciencia* (Crítica, Barcelona, 2009).

Doménech, F., “Max Planck, el Mesías de la física cuántica”, OpenMind, 23 de abril de 2016.

Sánchez Ron, J. M.; *Historia de la Física Cuántica I. El período fundacional (1860-1926)* (Crítica, Barcelona, 2001).

“August, 1913: Robert Millikan Reports His Oil Drop Results”. This Month in Physics History. APS News, August/September 2006 (Volume 15, Number 8).

“The making of Caltech’s first Nobel: Robert Millikan’s road to Stockholm” (The Caltech Archives).

“Robert A. Millikan - Biographical”. *Nobelprize.org*. Nobel Media AB 2014. Web. 12 Apr 2017.

Robert Andrews Millikan, Wikipedia (Consultado el 16 de abril de 2017).

Ciencia, Física

Compartir

Escribe un comentario

[Inicia sesión](#) o regístrate para poder comentar.

[Registro](#)

## Temas relacionados

[Aeronáutica](#)

[Biología](#)

[Ciencia General](#)

[Genética](#)

[Medicina](#)

[Astrofísica](#)


[Biomedicina](#)


[Física](#)


[Matemáticas](#)

[Ver todos los temas de OpenMind](#)

## Artículos relacionados

[Cuando Einstein “vio la luz”](#)  
 [OpenMind](#) [Ciencia](#)

[El año milagroso de Einstein](#)  
 [Ventana al Co...](#) [Ciencia](#)

[Max Planck, el Mesías de la física cuántica](#)  
 [Ventana al Co...](#) [Ciencia](#) 2

Último libro publicado



Libro 2017  
El próximo paso: la vida exponencial  
  
[Leer ahora](#)

Categorías

- Ciencia
- Humanidades
- Economía
- Medio Ambiente
- Tecnología

¿Qué es OpenMind?

- ¿Qué es OpenMind?
- Categorías
- Libros
- Autores
- Colaboradores
- Contacta con nosotros

Español

[example@example.com](mailto:example@example.com)

[Suscribirse](#)